

CONTRIBUIÇÕES PARA OS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE LAJE NERVURADA

Maxlainy Passos Oliveira (1), Mônica Elizabeth Daré (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense

(1)maxlainy@hotmail.com, (2)dare@terra.com.br

RESUMO

O presente estudo aborda a execução de estruturas de concreto com laje nervurada, objetivando a elaboração dos procedimentos operacionais para esta atividade. Para a obtenção destes processos, o autor adotou como metodologia o aprofundamento bibliográfico, que proporcionou além de conhecimento, a oportunidade de compilar as técnicas construtivas propostas por várias bibliografias. Essas técnicas construtivas foram usadas como subsídio para a estrutura dos procedimentos operacionais. Para que os mecanismos propostos fossem compatíveis com a realidade da empresa, o autor realizou uma pesquisa em três canteiros de obra da empresa considerada. Desta forma, realizou-se o acompanhamento das equipes de obras na execução da atividade, observando-se o processo construtivo e efetuando-se os registros fotográficos. Para maior domínio sobre como a atividade da pesquisa está sendo realizada na empresa adotou-se reuniões com as equipes de obra. Assim se obteve subsídios para confrontar o modo de execução da empresa com o que prescreve a bibliografia e as normas. Para os Procedimentos Operacionais, resultados desta pesquisa, adotou-se uma estrutura definida na pesquisa, linguagem fácil e ilustrações com imagens obtidas nos canteiros de obras da pesquisa. Os procedimentos operacionais devem proporcionar à empresa a padronização destes serviços, servir de apoio para as atividades diárias e para os treinamentos.

Palavras-Chave: Laje nervurada. Procedimentos operacionais. Métodos executivos. Padronização.

1. INTRODUÇÃO

A falta de qualidade e produtividade na construção civil são problemas muito comuns nos dias de hoje. A padronização dos procedimentos consiste em uma opção como ferramenta para otimização de prazo, custos e qualidade nos serviços e produtos oferecidos. Reduzir custos e atender a qualidade na construção de empreendimentos torna-se cada vez mais indispensável. Empresas do setor da construção civil vêm buscando um conhecimento maior de novas técnicas que



proporcionem minimizar as perdas e consequentemente atenuar os custos da obra. Souza (2003) cita que as empresas construtoras vêm fazendo esforços no sentido de utilizar os procedimentos de execução e controle nos canteiros de obras juntamente às informações de projeto. O objetivo das empresas é tomar as decisões com antecedência à execução dos serviços, de modo que os agentes envolvidos possam realmente assumir suas funções de gerenciar e controlar, garantindo os prazos e a conformidade do produto.

Vieira (2010) afirma que as empresas devem visualizar a padronização como ferramenta que trará benefícios de custo, prazos, qualidade nos serviços e produtos oferecidos, sempre visando a satisfação dos clientes.

Saurin e Formoso (2006) complementam que entre várias estratégias gerenciais que disseminou no movimento pela qualidade total, a padronização destaca-se como uma das mais importantes e mais eficientes, trazendo uma série de benefícios à empresa, facilitando as atividades de planejamento, controle e execução.

Tendo em vista o contexto apresentado, o objetivo geral desta pesquisa consiste em estudar as atividades e os recursos para a execução da laje nervurada em concreto moldado in loco, para edificações de múltiplos pavimentos, da empresa do estudo de caso.

Os objetivos específicos consistem em: Pesquisar e estudar as referências bibliográficas relacionadas ao estudo de caso; Identificar e estudar as normas técnicas referentes às atividades de execução de laje nervurada; Identificar os processos para as atividades da execução de laje nervurada adotados nos canteiros de obras da empresa do estudo de caso; Determinar os materiais e equipamentos adotados e; Propor e elaborar procedimentos operacionais, adequados para a empresa do estudo de caso, para a execução das atividades da execução da laje nervurada.

Com a padronização da atividade a empresa otimiza o prazo e ganha em qualidade e satisfação dos clientes, possibilitando desta forma manter-se segura no competitivo mercado em que se encontra a construção civil.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, se definiu como método de pesquisa mais adequado inicialmente uma revisão bibliográfica, onde, serão consultadas as referências bibliográficas e normas técnicas pertinentes ao tema. Na sequência se estudou as atividades de execução de laje nervurada em três canteiros de obras da empresa do presente estudo.

O aprofundamento bibliográfico ocorreu entre os meses de janeiro a março de 2014. Neste período se coletou o máximo de informações, a cerca dos elementos utilizados na execução de lajes nervuradas.

O estudo de caso se deu entre os meses de abril e maio de 2014. Com as informações obtidas nas bibliografias, foi possível entender e identificar os pontos relevantes à definição dos procedimentos operacionais. Neste período o autor, juntamente com o mestre de obra responsável por cada empreendimento, colocou em prática a realização das reuniões junto às equipes de obra.

A empresa cedeu para que fosse analisada, toda a documentação técnica utilizada pela equipe de obra na execução dos serviços das lajes nervuradas, além de contribuir para os registros fotográficos.

Para esta pesquisa considerou-se exclusivamente o serviço de execução de laje nervurada com fôrmas de polipropileno. A empresa utiliza fôrmas com as seguintes dimensões: 80cm x 80cm e meia fôrma de 40cm x 40cm.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO

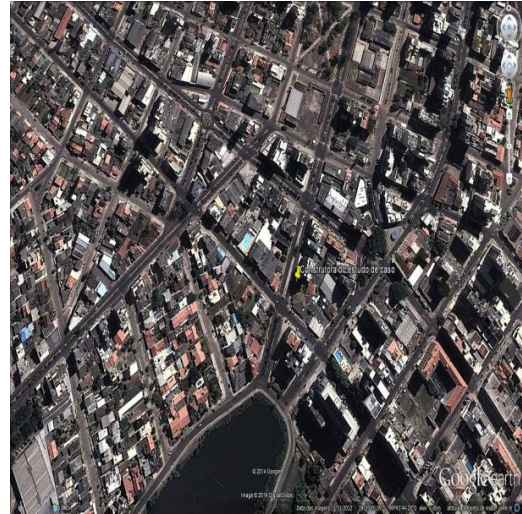
A construtora do estudo de caso, com sede no município de Torres/RS (figuras 01 e 02), foi fundada no ano de 2008, tendo sua primeira obra iniciada em maio deste mesmo ano. A empresa atua na construção civil e tem como objetivo principal a implantação de edificações comerciais e residenciais.

Figura 01 – Localização do município de Torres/RS.



Fonte: Maxlainy Passos Oliveira. (adaptado de <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:RioGrandeSul_Municip_Torres.svg>).

Figura 02 – Localização da Construtora do estudo de caso.



Fonte: Maxlainy Passos Oliveira. (adaptado de Google Earth).

Atualmente a empresa conta com 07 funcionários diretos e 93 terceirizados, que compõe a equipe de mão de obra. A empresa já entregou 02 obras, totalizando 10.000 m² e atualmente possui 04 obras em execução, somando 40.000 m².

Os projetos e toda a documentação técnica dos empreendimentos utilizados nesta pesquisa foram cedidos pela empresa do estudo.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS DO ESTUDO DE CASO

O estudo de caso ocorreu no canteiro de obras de três empreendimentos, que serão classificados como:

- a) Empreendimento 1;
- b) Empreendimento 2;
- c) Empreendimento 3.

Os empreendimentos e os estágios que as obras se encontram são apresentados a seguir, conforme figuras 3, 4 e 5.

A caracterização dos empreendimentos é apresentada na figura 06.

Figura 03: Empreendimento 1 e estágio atual da obra.



Fonte: Construtora

Figura 04: Empreendimento 2 e estágio atual da obra.



Fonte: Construtora

Figura 05: Empreendimento 3 e estágio atual da obra.



Fonte: Construtora

Figura 06: Caracterização dos empreendimentos.

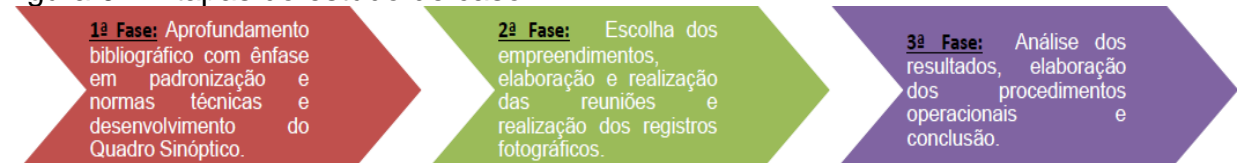
Dados técnicos	Empreendimento 1	Empreendimento 2	Empreendimento 3
Localização	Bairro Igra Sul - Torres/RS	Bairro Centro - Torres/RS	Bairro Centro - Torres/RS
Número de pavimentos	15	12	17
Utilidade	Residencial	Comercial	Residencial
Área Total	15.436,27m ²	8.391,56m ²	9.944,78m ²
Número de unidades	196	134	46
Número de garagens	196	31	69
Execução da estrutura	Fck 25 MPA	Fck 30 MPA	Fck 30 MPA
	Laje nervurada com fôrmas de polipropileno	Laje nervurada com fôrmas de polipropileno	Laje nervurada com fôrmas de polipropileno
	Aço CA-50 e CA-60	Aço CA-50 e CA-60	Aço CA-50 e CA-60

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

2.3 FASES DO ESTUDO DE CASO

Para a realização deste estudo de caso aplicou-se as ações indicadas na figura 07.

Figura 07: Etapas do estudo de caso.



Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

2.3.1 Primeira Fase

A primeira fase do estudo de caso foi dedicada à revisão bibliográfica, aprofundamento do conhecimento e organização dos textos. Com a ajuda da bibliografia, o autor pôde elaborar um quadro sinóptico de Técnicas Construtivas para execução da estrutura de concreto armado, exemplificado a seguir, conforme figura 08, que resume as técnicas de execução de lajes nervuradas com fôrmas de polipropileno, destacando as etapas de: Fôrmas e escoramentos; Armadura; Concreto Usinado; Lançamento e adensamento do concreto; Cura e Retirada das fôrmas e escoramentos.

Figura 08: Quadro Sinóptico de técnicas construtivas para execução de estrutura de concreto armado.

ÍTENS	CARLOS FERNANDO BOCCHI JR. E JOSÉ SAMUEL GIONGO	ERNESTO RIPPER	MILBER FERNANDES GUEDES	NBR 14931- 2004	WALID YAZIGI

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

(... continua)

2.3.2 Segunda Fase

A segunda fase destinou-se à etapa do estudo das atividades de execução de laje nervurada nos três canteiros de obras. Nesta etapa o autor analisou a seguinte documentação técnica correspondente aos empreendimentos abordados nesta pesquisa: Projetos arquitetônicos; Projetos estruturais e Memoriais descritivos.

Para a elaboração da pauta de reunião junto às equipes de obra, o autor usou como apoio as informações compiladas no Quadro Sinóptico de técnicas construtivas para execução da estrutura de concreto armado. O intuito da realização da reunião é buscar informações objetivas da forma como a equipe de obra executa as seguintes atividades:

- a) Fôrmas;
- b) Armadura;
- c) Preparação do concreto;
- d) Lançamento e adensamento do concreto;
- e) Cura;
- f) Retirada das fôrmas e escoramentos.

As informações obtidas nas reuniões proporcionaram um comparativo com as informações encontradas nas bibliografias e normas técnicas. Foi possível verificar o grau de conhecimento que os trabalhadores possuem em relação aos serviços que executam e também serviu para verificar se eles possuem interesse em receber maiores informações sobre manual de procedimentos operacionais padronizados no canteiro de obras.

Os temas abordados nas reuniões foram elaborados, procurando adotar tópicos simples, onde os participantes pudessem se expressar de forma clara e objetiva.



Para a realização das reuniões contou-se com o auxílio da empresa, que organizou os funcionários participantes e cedeu o local para realização das mesmas.

Cada grupo de funcionário participou de uma determinada reunião, dependendo da função que atua. A escolha dos funcionários que participaram das reuniões foi determinada pelo grau de envolvimento deste funcionário com a atividade em questão.

Durante o estudo nos canteiros de obras se realizou os registros fotográficos referentes à execução das atividades, nos canteiros de obra dos três empreendimentos. Nesta fase também se realizou as observações das atividades in loco.

2.3.3 Terceira Fase

Os resultados e a análise do estudo de caso são apresentados na terceira fase. Como resultado do referencial bibliográfico obteve-se o Quadro Sinóptico de técnicas construtivas para execução da estrutura de concreto armado e com as reuniões, observações in loco e registros fotográficos obteve-se a definição de como as equipes de obra realizam as atividades de execução de laje nervurada. Posteriormente, realizou-se a comparação dos resultados do quadro sinóptico com os resultados obtidos na execução do serviço deste estudo pelas equipes de obras. Segundo Luis (2010), a estrutura de apresentação dos procedimentos tem como objetivo ser clara e direta com o auxílio de fotos, quando for possível, da própria equipe de obra e figuras ilustrativas para facilitar o entendimento.

Os seguintes procedimentos operacionais são apresentados como resultado do estudo de caso:

- a) Serviços de Montagem da fôrma (P.O. 001);
- b) Serviços de armação (P.O. 002);
- c) Serviços de Concretagem (P.O. 003).

2.4 ESTRUTURA DOS PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS



A estrutura dos procedimentos operacionais foi adaptada de Luiz (2010), com os seguintes títulos:

- a) Objetivo: Descrever a importância de adotar os procedimentos operacionais em cada atividade da execução de lajes nervuradas.
- b) Local de aplicação: Definir o local de aplicação dos procedimentos.
- c) Descrição da atividade: Informar a atividade de forma clara e objetiva.
- d) Responsabilidade: Quem deve assegurar o cumprimento do procedimento operacional.
- e) Definições: Detalhamento do significado de algumas palavras.
- f) Referências e anexos: Informações ou imagens necessárias para obter um melhor entendimento de alguma atividade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o acompanhamento da execução das atividades realizadas pelas equipes de obras para o serviço do estudo, com os registros fotográficos e os resultados das reuniões elaborou-se a figura 09. Observou-se nas reuniões realizadas que os funcionários da empresa mostram-se muito receptivos quanto aos treinamentos para aperfeiçoamento de suas funções, pois eles entendem a importância da padronização dos processos, otimizando as atividades e evitando retrabalhos.

Elaboraram-se os Procedimentos Operacionais voltados para a realidade dos canteiros de obras pesquisados, procurando abordar de forma clara e objetiva o procedimento correto para a perfeita execução da atividade. Observaram-se ainda, as técnicas propostas na revisão da literatura e o que propõe a NBR 14931:2004, em seu item 5.2.2.1, que cita a importância da documentação descrevendo os métodos e procedimentos para a execução de estrutura de concreto armado.

3.1 COMPARATIVO DOS MÉTODOS CONSTRUTIVOS DAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COM OS MÉTODOS ADOTADOS PELAS EQUIPES DE OBRA

A figura 09 refere-se ao comparativo das recomendações da literatura e normas técnicas para a execução e/ou precauções de cada item do serviço de laje nervurada com a prática das equipes de obras. Na terceira coluna da figura 09, apontou-se os pontos conflitantes encontrados nesta comparação. Os pontos conflitantes receberam abordagem especial na elaboração dos procedimentos operacionais e devem ser utilizados como guia para futuros treinamentos da empresa do estudo de caso.

Para a elaboração da coluna Referências Bibliográficas da figura 09 utilizou-se o quadro sinóptico em que os autores pesquisados foram: Carlos Fernando Bocchi Jr. e José Samuel Giongo, Ernesto Ripper, Milber Fernandes Guedes, Walid Yazigi e a NBR 14931:2004.

Figura 09: Comparativo método construtivo – Referências bibliográficas x Equipes de obra do estudo de caso x Pontos Conflitantes.

Item	Referências Bibliográficas	Equipe de obra do estudo de caso	Pontos Conflitantes
FÔRMAS E ESCORAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> * As fôrmas são colocadas sobre plataformas, as quais são sustentadas pelos cimbramentos, corretamente contraventados e apoiados em base firme que pode ser o contrapiso do pavimento térreo ou a laje do andar inferior. * As plataformas e cimbramentos podem ser de madeira ou aço. * Deve-se verificar se as fôrmas têm as amarrações, escoramentos e contraventamentos suficientes para não sofrerem deslocamentos ou deformações durante o lançamento do concreto. * Cuidado especial nos apoios dos pontaletes sobre o terreno para evitar o recalque e, em consequência, flexão nas vigas e lajes. 	<ul style="list-style-type: none"> * A equipe de obra executa a montagem da fôrma conforme a bibliografia propõe. * A execução da fôrma da laje seguirá o que foi determinado em projeto. * O mestre de obra sempre deve conferir o prumo e o nível da fôrma. 	<ul style="list-style-type: none"> * Foi verificado durante o estudo de caso, que a equipe de obras preocupava-se em executar a montagem da fôrma de maneira correta e seguindo as especificações de projeto.
ARMADURA	<ul style="list-style-type: none"> * As barras de aço antes de serem montadas, devem ser convenientemente limpas, removendo qualquer substância prejudicial à aderência com o concreto, deve-se remover as crostas de ferrugem. * A estocagem deve ser feita de modo a impedir o contato com qualquer tipo de contaminante (solos, óleos, graxas, entre outros). * Após as barras terem sido cortadas e verificadas, elas terão de ser enfaixadas e etiquetadas para que sejam empilhadas em local adequado. * O cobrimento especificado para a armadura no projeto deve ser mantido por dispositivos adequados ou espaçadores e sempre se refere à armadura mais exposta. 	<ul style="list-style-type: none"> * Os armadores informam que o aço deve ser armazenado em local coberto, longe do solo e ficando protegido da chuva. * A equipe já recebe o aço cortado e dobrado. * Após a montagem as barras são etiquetadas de acordo com local de aplicação e utilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> * Observou-se que nem todas as barras de aço ficam armazenadas em local correto. * O autor verificou feixes de aço prontos para serem usados, em contato com o solo e chuva.

CONCRETO USINADO	<ul style="list-style-type: none"> * O transporte do concreto será efetuado de maneira que não haja segregação ou desagregação de seus componentes, nem perda sensível de qualquer deles por vazamento ou evaporação. * Necessário providenciar controles de cada caminhão de concreto, retirando quatro corpos de prova, dois para o rompimento aos 7 dias e dois para o rompimento aos 28 dias. 	<ul style="list-style-type: none"> * A empresa responsável pela distribuição do concreto deve realizar a moldagem dos corpos de prova, assim como os testes de trabalhabilidade necessários. 	<ul style="list-style-type: none"> * Foi constatado que a empresa responsável pelo fornecimento do concreto, responsabiliza-se pelo controle tecnológico. * A empresa fornecedora fica há poucos quilômetros das obras o que possibilita um transporte rápido e seguro.
LANÇAMENTO E ADENSAMENTO DO CONCRETO	<ul style="list-style-type: none"> * O lançamento se faz em camadas de 10cm a 30cm de espessura. * O adensamento com o vibrador deve ser feito de forma contínua cuidando para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma evitando ninhos de concretagem, deve-se evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios ao seu redor prejudicando assim a aderência. * Os vibradores serão introduzidos na massa de concreto na posição vertical ou pouco inclinada. * A duração depende da plasticidade do concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> * Deve ser feito das extremidades para o meio da laje. * Os vibradores devem ser introduzidos poucos centímetros no concreto para que não ocorra o contato com a armadura. * A posição do vibrador deve ser na vertical. 	<ul style="list-style-type: none"> * A equipe não usa o vibrador na posição correta, trabalhando com o mesmo quase que totalmente na horizontal.
CURA	<ul style="list-style-type: none"> * Qualquer que seja o processo empregado para a cura do concreto, a aplicação deverá iniciar-se tão logo termine a pega. * O processo de cura iniciado após o fim da pega, continuará por no mínimo 07 dias. 	<ul style="list-style-type: none"> * Deve ser feita por 7 dias. 	<ul style="list-style-type: none"> * A cura não é feita de maneira correta. * Notou-se que após algumas concretagens acompanhadas, dependendo da camada de água que acumulava-se sobre o concreto, não era feita a molha nenhum dia.
RETIRADA DAS FÔRMAS E ESCORAMENTOS	<ul style="list-style-type: none"> * A desforma precisa ser procedida cuidadosamente, de modo a não causar danos ao concreto, em especial nos cantos externos. * A retirada das fôrmas e escoramentos não poderá dar-se antes de 3 dias para faces laterais, 7 para algumas escoras, 14 para faces inferiores e 21 dias para desforma total. 	<ul style="list-style-type: none"> * 3 dias para faces laterais; * 14 dias para faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados; * 21 dias para faces inferiores sem pontaletes. 	<ul style="list-style-type: none"> * A equipe segue corretamente o plano de desforma estabelecido em projeto.

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

3.2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Os Procedimentos operacionais elaborados visam aperfeiçoar o dia a dia no canteiro de obras, informando de maneira fácil, padronizada e clara a forma correta para execução das atividades de execução de laje nervurada.

Na elaboração dos procedimentos operacionais se considerou as informações do quadro sinóptico e da figura 09. Os pontos conflitantes expressos no quadro foram estudados com maior aprofundamento e nos procedimentos operacionais estes

pontos conflitantes foram enfatizados, pois representam mudanças que as equipes de obras terão que adotar no seu processo executivo.

Os Procedimentos Operacionais originados nesta pesquisa são apresentados em um formulário padrão, com cabeçalho e rodapé, conforme figuras 10 e 11 abaixo.

Figura 10: Cabeçalho – Formulário padrão Procedimentos Operacionais.

Logo da empresa	Procedimento Operacional Padrão	Código: P.O. 001
	Atividade a executar	Data:
		Nº de páginas: 1 de 4

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

Figura 11: Rodapé – Formulário padrão Procedimentos Operacionais.






Elaborado por:	Aprovado por:	Revisão:

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

3.2.1 Procedimento para os serviços de montagem da fôrma – P.O. 001

Os procedimentos para os serviços de montagem da fôrma e distribuição do material de enchimento são apresentados na figura 12, apresentada a seguir. Constatou-se que a equipe de obras executa corretamente esta etapa do serviço de laje nervurada. Verificou-se que os funcionários seguem corretamente os cuidados na montagem dos escoramentos, barrotes e longarinas e tomam os devidos cuidados na distribuição das fôrmas de polipropileno.

Figura 12: Procedimento Operacional para execução das fôrmas – P.O. 001.

<p>PROCEDIMENTO PARA EXECUÇÃO DE FÔRMAS – P.O. 001</p> <p>1. Objetivo: Detalhar os procedimentos utilizados para padronizar e proporcionar diretrizes para a execução da montagem da fôrma da laje e distribuição do material de enchimento.</p> <p>2. Campo de aplicação: Canteiro de Obra.</p> <p>3. Descrição da atividade:</p> <p>3.1. Montagem da fôrma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Antes de iniciar a locação, certificar-se que o local apresenta-se limpo; • Toda a locação do sistema de fôrma deve ter como base os eixos de referência contidos no projeto estrutural; • Havendo interferência que impossibilite a locação, devem-se adotar eixos secundários para realização da locação; • A montagem das fôrmas é constituída de escoras ou torres intertravadas, longarinas e barrotes. • Os escoramentos devem ser distribuídos com espaçamento de 1,5m (figura 1); <p>Figura 1: Distribuição dos escoramentos</p>  <p>Figura 2: Espaçamento dos barrotes</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Os barrotes (10cmx7,5cm), são distribuídos com 70cm de espaçamento, conforme figura 2; 	<ul style="list-style-type: none"> • Em seguida colocam-se as Fôrmas Lineares fixando-as nos barrotes por pregos laterais, alinhadas e galgadas de acordo com o tipo de fôrma que darão apoio. Ao longo de onde ficarão as escoras fixas são montadas as cabeças de escoras para, posteriormente, receberem as escoras fixas, geralmente colocadas antes da retirada do escoramento, figura 3. <p>Figura 3: Fôrmas lineares</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Durante o corte das peças devem-se observar cuidadosamente as dimensões do projeto com uma tolerância aceitável de 5 mm; • Na fixação dos painéis externos, obrigatório o uso dos EPI's; • Identificar os painéis com numeração. • A identificação deve ser feita com tinta em local visível; • Nivelar toda a laje, com utilização de linha e cachopa regulável. • Conferir: nivelamento, alinhamento lateral, prumo, nível, travamento, estanqueidade e esquadro; • As cubetas devem ser encostadas na lateral da fôrma da viga de borda ou na faixa de ajuste. Jamais devem ser apoiadas uma na outra, pois isso pode fazer com que as cubetas se movam, provocando vazamentos de concreto e o desalinhamento das nervuras, conforme figura 4. • Para manter o alinhamento das cubetas, pode-se contar com o auxílio de um sarrafo de madeira. Pode-se também, colocar uma faixa de madeirite na beirada da laje afim de evitar o movimento das cubas; • Caso necessário, pode ser usado martelo de borracha para pressionar as fôrmas e garantir o encaixe. <p>Figura 4: Distribuição das cubetas</p> 
<p>Figura 05: Cubetas com diferentes tamanhos</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Na distribuição das cubetas, utilizar tamanhos diferentes para um melhor encaixe das mesmas, figura 5; • A montagem correta das fôrmas dispensa o uso de qualquer tipo de fixador. • Após encaixar as fôrmas apertá-las bem eliminando os espaços entre elas no encontro fôrma com fôrma. • Fixar os gabaritos de furação elétrica e prumadas hidráulicas. • Para fixação dos gabaritos hidráulicos/sanitários, retira-se uma fôrma plástica e fixa-se o gabarito de madeira com o auxílio de braçadeiras e buchas, que serão posteriormente cobertas pela aplicação do gesso. • Para passagem das tubulações elétricas, passa-se os eletrodutos pelas nervuras amarradas na malha negativa. • Conferir prumo, encaixe da fôrma e escoramento para a liberação do concreto. • Liberar para execução da armadura. (P.O. 002). • Limpeza e aplicação de desmoldante na laje, conforme figura 6. <p>Figura 6: Aplicação de desmoldante.</p>  <p>3.2. Desforma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Na desforma deve-se evitar forçar os cantos das fôrmas. Utilizar cunha sempre a uma distância de 10 à 15 cm do bico da fôrma. Tomar cuidado para não deixá-la cair de ponta ou de grandes alturas, o que pode danificar a peça. • Seguir o plano de desforma informado em projeto. Caso não haja, respeitar os seguintes prazos: • Faces laterais: 3 dias; 	<ul style="list-style-type: none"> • Faces inferiores, deixando-se pontaletes bem encunhados e convenientemente espaçados: 14 dias; • Faces inferiores, sem pontaletes: 21 dias. <p>3.3. Amarração:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Amarrar com arame recozido nº 12 (2,77mm); <p>4. Responsabilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compete ao engenheiro assegurar o cumprimento do procedimento. <p>5. Definições:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cubeta: Fôrma plástica reutilizável; • Desmoldante: Líquido utilizado para facilitar a desforma, não permitindo que um material grude no outro. <p>6. Referências e anexos:</p> <p>6.1. Materiais e Equipamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madeira para barroteamento; • Pregos (16x24); • Linha de náilon; • Trena metálica; • Prumo; • Martelo; • Serrote; • Furadeira; • Alavanca; • Desmoldante; • Broxa ou rolo, para aplicação de desmoldante; • Escoramento metálico; • Cubetas plásticas. <p>6.2. Equipamentos de Segurança:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacete; • Óculos de segurança; • Sapato de segurança; • Cinto de segurança com trava quedas; • Torre para desforma; • Corda; • Protetor auricular; • Capa de chuva; • Proteção de periferia conforme PCMAT.

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

3.2.2 Procedimento para serviços de armação – P.O. 002.

Os procedimentos para os serviços de armação, figura 13, exigiram um pouco mais de atenção do autor, já que se observou pela figura 09 que as precauções referentes armazenamento do aço não estão sendo tomadas pela equipe de obra. Os funcionários possuem o conhecimento correto quanto aos cuidados que devem ser tomados, mas não adotam estas precauções no cotidiano da obra. Verificou-se que o armazenamento das barras metálicas realiza-se de maneira incorreta, mantendo as mesmas em contato com solo e sob chuva. Este tipo de ocorrência pode contaminar as barras de aço, ocasionando a corrosão e consequentemente o desgaste da armadura. Se uma armação for executada com barras de aço contaminadas, elas não permitirão que o concreto e o aço tenham boa aderência.

Figura 13: Procedimento Operacional para serviços de armação – P.O. 002.

PROCEDIMENTO PARA SERVIÇOS DE ARMAÇÃO – P.O. 002

1. Objetivo:

Detalhar os procedimentos utilizados para padronizar e proporcionar diretrizes para a execução dos serviços de armação.

2. Campo de aplicação:

Canteiro de Obra.

3. Descrição da atividade:

3.1 Verificações Iniciais:

- Estocagem de aço deve ser feita de maneira a impedir o contato com: solo, óleos, graxa, etc. Conforme figura 7.

Figura 7: Armazenamento do aço

- A superfície da armadura deve estar livre de corrosão;
- Armadura que apresentem redução na seção com alto nível de corrosão deve sofrer uma limpeza com escovas ou jato de água.

3.2 Corte e dobra:

- Seguir as orientações do projeto;
- A armadura de distribuição das lajes nervuradas por metro de largura da laje deve ter seção transversal da área igual ou superior a 1/5 da área da armadura principal, com um mínimo de 0,9cm², e ser composta de pelo menos três barras;
- Os estribos nas lajes nervuradas, sempre que necessário, não devem ter espaçamento maior que 20cm;
- Todas as dobras em "L" ou gancho devem seguir o projeto, quando não constarem deverão ser executadas de acordo com a Tabela 1;

Tabela 1: Diâmetros do pino de dobra

Diâmetro do pino de dobra			
Diâmetro do aço	CA 25	CA 50	CA 60
Menos de 10mm	3 Ø	3 Ø	3 Ø
10 a 20mm	4 Ø	5 Ø	6 Ø
Mais de 20mm	5 Ø	8 Ø	

- As armaduras já montadas devem ser agrupadas em feixes que contenham o jogo de peças e identificação, conforme figura 8.

Figura 8: Identificação das armaduras

- As sobras devem ser separadas e armazenadas por bitolas para posterior reaproveitamento;

3.3 Amarração:

- Armação é feita com arame recozido n.º18;

3.4 Emenda:

- Para traspases de vigas e laje que não constam em projetos seguir a Tabela 2.

Bitola	Ø 3,4	Ø 5,0	Ø 6,3	Ø 8,0	Ø 10,0	Ø 12,5
A (cm)	30	35	40	50	55	70

3.5 Colocação da Armadura na Fôrma:

- Verificar se as fôrmas estão limpas e com desmoldante aplicado;
- Deve-se colocar espaçadores plásticos nas armações conforme o cobrimento de concreto especificado no projeto. Por segurança, pode-se utilizar espaçadores um pouco maiores do que os especificados para garantir o cobrimento mesmo que haja irregularidades no posicionamento das ferragens, figura 9.

Figura 9: Colocação de espaçadores




- O dimensionamento e distribuição da armadura devem seguir as recomendações de projeto.
- 4. Responsabilidade:**
- Compete ao engenheiro assegurar o cumprimento do procedimento.
- 5. Definições:**
- Traspasse: É uma emenda, onde acontece a sobreposição de aço.
 - Corrosão: Consiste em uma perda efetiva de material por dissolução ou pela formação de uma incrustação pela ação química ou eletroquímica do meio, podendo estar ou não associado a esforços mecânicos.
 - Recozido: O metal recozido passa por um tratamento térmico em que sofre aquecimento controlado até atingir determinada temperatura, permanece nessa temperatura por certo tempo e sofre resfriamento lento no próprio forno. O objetivo do recozimento é eliminar a dureza de uma peça temperada ou normalizar materiais com tensões internas resultantes do forjamento, da laminação, trefilação.
- 6. Referências e anexos:**
- 6.1 Materiais e Equipamentos:**
- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Aço • Torquês; • Chave de dobra; • Bancada; • Tesoura, policorte; | <ul style="list-style-type: none"> • Arame recozido nº18; • Trena metálica; • Espaçadores plásticos; |
|---|---|
- 6.2 Equipamentos de Segurança:**
- Capacete;
 - Sapato de segurança;
 - Luva de raspa;
 - Óculos de segurança;
 - Cinto de segurança;
 - Protetor auricular e protetor facial;
 - Capa de chuva.

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.

3.2.3 Procedimento para serviços de concretagem – P.O. 003.

Os procedimentos para os serviços de concretagem também foram elaborados visando corrigir erros da equipe. O autor atentou-se para a falta de preocupação do engenheiro perante o controle tecnológico do concreto, deixando todos os testes e conferências a cargo da empresa responsável pelo fornecimento. Contatou-se também, durante o adensamento do concreto, que a vibração não era feita de forma correta, sendo que os funcionários usavam os vibradores em uma posição contrária ao que a norma estabelece. Na figura 14 apresenta-se o procedimento operacional para o serviço de concretagem.

Figura 14: Procedimento Operacional para serviços de concretagem – P.O. 003.

<p>PROCEDIMENTO PARA CONCRETAGEM – P.O. 003</p> <p>1. Objetivo: Descrever os procedimentos adotados para padronizar e fornecer diretrizes para concretagem de estruturas de concreto armado.</p> <p>2. Campo de aplicação: Canteiro de Obra.</p> <p>3. Descrição da atividade:</p> <p>3.1 Verificações Iniciais:</p> <ul style="list-style-type: none"> O pedido de concreto deve ser feito com 01 semana de antecedência, constando: resistência (fck), volume, se utilizará concreto convencional, com bomba estacionária ou bomba lança e quando necessário informar o abatimento. Garantir que os materiais para a elaboração de controle tecnológico (moldes de corpos de prova) estejam em perfeitas condições (limpos e preparados), figura 10. <p>Figura 10: Moldes para corpos de prova</p>  <p>3.2 Lançamento do Concreto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prever uma equipe composta de 01 armador e 01 eletricista para eventuais manutenções; Ao lançar o concreto, observe os seguintes cuidados: <ul style="list-style-type: none"> Iniciar o lançamento pelo lado oposto da sua posição final; Não deixar acumular concreto em determinados pontos da fôrma; Evitar a segregação e o acúmulo de água na superfície do concreto; Lançar em camadas horizontais de 15 a 30 cm, a partir das extremidades em direção ao centro das fôrmas; 	<ul style="list-style-type: none"> A nova camada deve ser lançada antes do início de pega da camada inferior; Cuidado especial deve ser tomado para concretagem com temperatura ambiente inferior a 10°C e superior a 35°C; A altura de lançamento não deve ultrapassar 2m (para pilar). Para alturas de lançamento elevadas sem acesso lateral (janelas), utilizar trombas, calhas, funis, etc. <ul style="list-style-type: none"> No caso de lançamento convencional: <ul style="list-style-type: none"> Limite o transporte interno do concreto, com carrinhos ou jericas a 60m, tendo em vista a segregação e perda de consistência; Utilize carrinhos ou jericas com pneumáticos; Prepare rampas de acesso às fôrmas; Inicie a concretagem pela parte mais distante do local de recebimento do concreto. No caso de lançamento por bombas: <ul style="list-style-type: none"> Especifique o equipamento de lançamento, altura de lançamento, bomba estacionária ou bomba lança; Preveja local de acesso e de posicionamento para os caminhões e bombas; Garanta o estacionamento, próximo à bomba, para dois caminhões betoneira objetivando o fluxo contínuo de bombeamento; Estabeleça a sequência de concretagem e o posicionamento da tubulação de bombeamento. No caso de haver necessidade de paralisar a concretagem, prever o melhor local para executar a junta de concretagem; Nivelar as lajes com régua de alumínio, conforme figura 11. <p>Figura 11: Nivelamento da laje</p>  <p>3.3 Adensamento do concreto:</p> <ul style="list-style-type: none"> Providencie os equipamentos necessários: <ul style="list-style-type: none"> vibradores de imersão (agulha), vibradores de superfície (régua ou placas vibratórias, acabadoras de superfície),
<p>vibradores externos (vibradores de fôrma, mesas vibratórias, rolos compactadores vibratórios);</p> <ul style="list-style-type: none"> Evite tanto a falta, quanto o excesso de vibração; Determine a altura das camadas em função do equipamento utilizado; O vibrador de imersão deve penetrar cerca de 5cm na camada inferior; Aplicar o vibrador sempre na vertical ou pouco inclinado, figura 12. <p>Figura 12: Posição do vibrador</p>  <ul style="list-style-type: none"> Deixar o vibrador por 5 segundos, no máximo, num mesmo ponto; Evitar o contato com armadura; Para o adensamento do concreto, o diâmetro do vibrador não deve exceder a 25 mm, (para qualquer tipo e altura de fôrma), e este deve ser aplicado pontualmente, no encontro das nervuras. Inicie o adensamento logo após o lançamento; Evite o adensamento a menos de 10 cm da parede da fôrma devido ao aparecimento de bolhas de ar e perda de argamassa; Preveja reforço das fôrmas e escoramento, em função de adensamento enérgico; Evite o transporte do concreto com o equipamento de adensamento. <p>3.4 Tratamento da laje:</p> <ul style="list-style-type: none"> Rebarbas nas lajes podem ser retiradas com lixadeiras ou talhadeiras finas, leves e bem-amoladas. Rebaixos podem ser preenchidos com argamassa de rejunte ou de assentamento de cerâmica. <p>3.5 Inspeção e Conferência: A inspeção do serviço de concretagem é de responsabilidade do engenheiro responsável pela obra, sendo ele responsável pela liberação para concretagem.</p>	<p>3.6 Cura:</p> <ul style="list-style-type: none"> Iniciar a cura tão logo a superfície permita (secagem ao tato), fim da concretagem; Manter lâmina de água por um período de 7 dias consecutivos, (no mínimo 3 dias); Evitar o trânsito de pessoas e impactos nas primeiras 12 horas. <p>4. Responsabilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> Compete ao engenheiro assegurar o cumprimento do procedimento. <p>5. Definições:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cura: É o conjunto de medidas que devem ser tomadas para evitar a evaporação da água de amassamento utilizada no concreto aplicado. Fck: Resistência característica do concreto à compressão. <p>6 Referências e anexos:</p> <p>6.1 Materiais e Equipamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Concreto; Água; Jericas; Baldes; Pás; Colher de pedreiro; Enxada; Régua de alumínio; Desempenadeira; Mestras; Vibrador; Moldes para corpo de prova. <p>6.2 Equipamentos de Segurança:</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacete; Bota; Capa de chuva; Cavaletes e cones (sinalização de vias).

Fonte: Maxlainy Passos Oliveira.



4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo de caso aplicam-se aos projetos executados em laje nervurada com fôrmas de polipropileno como material de enchimento.

Toda a metodologia adotada neste estudo apresentou-se adequada para alcançar os objetivos propostos. A elaboração do quadro sinóptico de técnicas construtivas para execução de estrutura de concreto armado demonstrou-se eficaz para proporcionar ao autor o embasamento teórico necessário para desenvolver os procedimentos operacionais apresentados nesta pesquisa. Com os registros fotográficos, as observações e as reuniões realizadas com as equipes de obras obtiveram-se as informações necessárias para o conhecimento claro de como o serviço pesquisado está sendo executado na empresa do estudo de caso. Desta forma, os procedimentos operacionais da pesquisa foram elaborados considerando as melhores práticas estabelecidas na literatura e na realidade específica dos canteiros de obras pesquisados. Espera-se que com os procedimentos operacionais a empresa execute de forma adequada e padronizada as atividades de execução de laje nervurada, contribuindo com a otimização e racionalização deste processo. Os procedimentos operacionais resultados deste estudo devem também auxiliar na rotina dos trabalhadores, servindo-lhes de apoio e permitindo que sigam um roteiro eficiente no dia a dia no canteiro de obras. A aplicação destes procedimentos se estende para as atividades de treinamento das equipes de obras e para as atividades de planejamento e controle da empresa do estudo de caso.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14931:2004**. Execução de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6118:2003**. Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2003.

GUEDES, Milber Fernandes. **Caderno de encargos**. 4. ed. rev. ampl. e atual. São



Paulo: PINI, 2004. 736 p.

JÚNIOR, Carlos Fernando Bocchi; GIONGO, José Samuel. **Concreto armado: Projeto e construção de lajes nervuradas**. São Carlos, EESC-USP, 2007.

LUIS, Robson Schneider. **Elaboração de Procedimentos Operacionais para execução de estrutura de concreto armado moldado in loco**. 2010. 125 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Civil da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, Criciúma, SC.

RIPPER, Ernesto. **Como evitar erros na construção**. 3. ed. São Paulo: PINI, 1996. 168 p.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. In: Recomendações Técnicas HABITARE. Porto

Alegre, v.3, 112 p., 2006. Disponível em:
<http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/capitulos_rt_3.pdf>. Acesso: Maio de 2014.

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de; MELHADO, Silvio Burrattino. **Preparação da execução de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 143 p.

VIEIRA, Luís Renato. Padronização, base da qualidade. **Revista EngWhere**, n.19. Disponível em: <<http://www.ecivilnet.com>>. Acesso: Maio de 2014.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 5. Ed. São Paulo: PINI, 2003. 670 p.